

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Управление эксплуатационной работой»

Кукушкина Я.В.

**Б1.В.ДВ.1.1 «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»**

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

для специальности
23.05.04 «Эксплуатация железных дорог»
по специализациям
«Магистральный транспорт»
«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта»

Форма обучения – заочная

Санкт-Петербург
2022

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение обучающимися знаний, позволяющих решать задачи профессиональной деятельности, связанной с оптимизацией эксплуатационных процессов на железнодорожном транспорте.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение нормативно-технологических документов по организации эксплуатационной работы на железнодорожном транспорте;
- приобретение знаний и навыков обработки и исследования результатов статистических наблюдений в эксплуатационных процессах железнодорожного транспорта с использованием математического аппарата;
- приобретение навыков по планированию и оценке деятельности подразделений железнодорожного транспорта с использованием математического аппарата.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1: Организация эксплуатационной работы на железнодорожной станции	
ПК-1.1.1 Знает показатели и технические нормы эксплуатационной работы железнодорожной станции	Обучающийся <i>знает</i> : показатели и технические нормы эксплуатационной работы железнодорожной станции
ПК-1.2.1 Умеет анализировать данные, связанные с выполнением показателей производственно-хозяйственной деятельности на железнодорожной станции	Обучающийся <i>умеет</i> : анализировать данные, связанные с выполнением показателей производственно-хозяйственной деятельности

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	8
– лекции (Л)	4
– практические занятия (ПЗ)	4
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	60
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	КЛР, 3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72/2

Примечания: «Форма контроля» – контрольная работа (КЛР), зачет (З)

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основные принципы управления эксплуатационной работой	Лекция 1. (2 часа). Нормативно-правовые и организационные основы эксплуатационной работы. Система показателей эксплуатационной работы. Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций (изучение теоретического материала по теме «Основные принципы управления эксплуатационной работой» с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы).	ПК-1.1.1
2	Основы математической статистики	Самостоятельная работа. Изучение теоретического материала по данному разделу курса с использованием конспекта лекций и рекомендованной литературы.	ПК-1.2.1
3	Основные положения теории массового обслуживания	Самостоятельная работа. Изучение теоретического материала по данному разделу курса с использованием конспекта лекций и рекомендованной литературы.	ПК-1.1.1 ПК-1.2.1

4	Линейное программирование	Лекция 2 (4 часа). Понятие о линейном программировании. Симплекс-метод решения общей задачи. Классическая транспортная задача. Практическое занятие 1 (2 часа). Решение транспортной задачи различными методами. Самостоятельная работа. Подготовка к практическим занятиям, подготовка и дополнение текстов лекций (изучение теоретического материала по теме «Линейное программирование» с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы).	ПК-1.1.1 ПК-1.2.1
5	Динамическое программирование	Самостоятельная работа. Изучение теоретического материала по данному разделу курса с использованием конспекта лекций и рекомендованной литературы.	ПК-1.1.1 ПК-1.2.1

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Основные принципы управления эксплуатационной работой	2	-	-	2	4
2	Основы математической статистики	2	4	-	6	12
3	Основные положения теории массового обслуживания	4	4	-	10	18
4	Линейное программирование	4	4	-	10	18
5	Динамическое программирование	4	4	-	8	16
	Итого	16	16	-	36	68
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						72

6. Рекомендации по выполнению контрольной работы

В процессе обучения обучающийся выполняет контрольную работу, в рамках которой решает транспортную задачу.

Транспортная задача

Имеется m поставщиков A_1, A_2, \dots, A_m , у которых сосредоточены запасы одного и того же груза в количестве a_1, a_2, \dots, a_m единиц, соответственно. Этот груз нужно доставить n потребителям B_1, B_2, \dots, B_n ,

заказавшим b_1, b_2, \dots, b_n единиц этого груза соответственно. Известны также все тарифы перевозок груза c_{ij} (стоимость перевозок единицы груза) от поставщика A_i к потребителю B_j . Требуется составить такой план перевозок, при котором общая стоимость перевозок была бы минимальной.

Условие транспортной задачи представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1

заказы запасы		B_1	B_2	...	B_n
		b_1	b_2	...	b_n
A_1	a_1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1n}
A_2	a_2	c_{21}	c_{22}	...	c_{2n}
...
A_m	a_m	c_{m1}	c_{m2}	...	c_{mn}

Обозначим суммарный запас груза у всех поставщиков символом a , а суммарную потребность в грузе у всех потребителей – символом b .

Тогда

$$a = \sum_{i=1}^m a_i, \quad b = \sum_{j=1}^n b_j.$$

Транспортная задача называется *закрытой*, если $a=b$. Если же $a \neq b$, то транспортная задача называется *открытой*.

В случае закрытой задачи от поставщиков будут вывезены все запасы груза, и все заявки потребителей будут удовлетворены.

В случае открытой задачи при $a < b$ весь груз будет вывезен, однако будут недопоставки груза экономически невыгодным потребителям. При $a > b$, наоборот, будут удовлетворены все потребители, но часть груза останется на складах экономически невыгодных поставщиков.

Пусть x_{ij} ($x_{ij} \geq 0$) – количество груза, отправляемого поставщиком A_i потребителю B_j . Тогда суммарные затраты z на перевозки будут вычисляться по формуле

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}.$$

Матрица X с неотрицательными элементами x_{ij} называется *планом перевозок*.

Функция z называется *целевой функцией*.

Математическая формулировка транспортной задачи заключается в нахождении плана перевозок $X=\{x_{ij}\}$, который удовлетворяет системе ограничений

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad i = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad 1.1$$

и доставляет минимум целевой функции z .

Смысл первой группы равенств в системе ограничений (1.1) состоит в том, что суммарное количество груза, отправленное всем потребителям каждым поставщиком, равно запасу груза у этого поставщика. Вторая группа равенств в системе ограничений (1.1) показывает, что суммарное количество груза, полученное каждым потребителем от всех поставщиков, равно заказу этого потребителя.

Порядок решения транспортной задачи

1. Решение транспортной задачи начинается с выяснения вопроса о том, является ли задача открытой или закрытой.
2. Составить первоначальный план перевозок:
 - составление первоначального плана перевозок с помощью метода северо-западного угла;
 - составление первоначального плана перевозок с помощью метода наименьшей стоимости.
3. Определить стоимость плана перевозок.
4. Проверить план на вырожденность.
5. Проверить оптимальность плана перевозок с помощью метода потенциалов.

Варианты индивидуальных заданий

Дано: три пункта отправления A_1, A_2 и A_3 однородного груза и пять пунктов его назначения B_1, B_2, B_3, B_4 и B_5 . На пунктах A_1, A_2 и A_3 груз находится в количестве a_1, a_2 и a_3 соответственно. В пункты B_1, B_2, B_3, B_4 и B_5 требуется доставить соответственно b_1, b_2, b_3, b_4 и b_5 тонн груза. Стоимость перевозок представлена в матрице $C=(c_{ij})_{3 \times 5}$.

Пункты отправления	Пункты назначения				
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	c_{11}	c_{12}	c_{13}	c_{14}	c_{15}

A_2	c_{21}	c_{22}	c_{23}	c_{24}	c_{25}
A_3	c_{31}	c_{32}	c_{33}	c_{34}	c_{35}

Вариант 1

$$a_1=50, a_2=70, a_3=110,$$

$$C = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 & 4 & 5 \\ 6 & 4 & 5 & 9 & 5 \\ 3 & 1 & 6 & 5 & 9 \end{pmatrix}$$

$$b_1=50, b_2=50, b_3=50, b_4=50, b_5=30$$

Вариант 2

$$a_1=90, a_2=70, a_3=110,$$

$$C = \begin{pmatrix} 7 & 4 & 8 & 8 & 2 \\ 6 & 8 & 5 & 8 & 5 \\ 9 & 2 & 9 & 7 & 4 \end{pmatrix}$$

$$b_1=70, b_2=20, b_3=70, b_4=40, b_5=70$$

Вариант 3

$$a_1=60, a_2=40, a_3=90,$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 9 & 8 & 4 \\ 3 & 6 & 5 & 1 & 9 \end{pmatrix}$$

$$b_1=10, b_2=50, b_3=60, b_4=50, b_5=20$$

Вариант 4

$$a_1=80, a_2=60, a_3=100,$$

$$C = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 4 & 9 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

$$b_1=40, b_2=60, b_3=40, b_4=50, b_5=50$$

Вариант 5

$$a_1=50, a_2=30, a_3=70,$$

$$C = \begin{pmatrix} 9 & 5 & 1 & 1 & 9 \\ 7 & 1 & 4 & 9 & 4 \\ 5 & 3 & 4 & 9 & 9 \end{pmatrix}$$

$$b_1=20, b_2=30, b_3=50, b_4=30, b_5=20$$

Вариант 6

$$a_1=70, a_2=50, a_3=100,$$

$$C = \begin{pmatrix} 3 & 7 & 3 & 8 & 8 \\ 2 & 3 & 1 & 8 & 6 \\ 6 & 3 & 8 & 6 & 1 \end{pmatrix}$$

$$b_1=60, b_2=10, b_3=30, b_4=70, b_5=50$$

Вариант 7

$$a_1=50, a_2=70, a_3=110,$$

$$b_1=40, b_2=40, b_3=50, b_4=70, b_5=30$$

$$C = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 2 & 3 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 7 & 5 \\ 3 & 8 & 3 & 5 & 2 \end{pmatrix}$$

Вариант 8

$$a_1=60, a_2=70, a_3=100,$$

$$b_1=40, b_2=40, b_3=60, b_4=50, b_5=40$$

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 & 1 & 7 \\ 5 & 1 & 2 & 8 & 3 \\ 5 & 2 & 4 & 3 & 9 \end{pmatrix}$$

Вариант 9

$$a_1=80, a_2=80, a_3=60,$$

$$b_1=10, b_2=60, b_3=50, b_4=30, b_5=70$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 6 \\ 2 & 4 & 2 & 8 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

Вариант 10

$$a_1=70, a_2=50, a_3=60,$$

$$b_1=50, b_2=10, b_3=30, b_4=70, b_5=20$$

$$C = \begin{pmatrix} 3 & 7 & 3 & 8 & 8 \\ 2 & 3 & 1 & 8 & 6 \\ 6 & 3 & 8 & 6 & 1 \end{pmatrix}$$

Вариант 11

$$a_1=70, a_2=40, a_3=90,$$

$$b_1=10, b_2=40, b_3=70, b_4=20, b_5=60$$

$$C = \begin{pmatrix} 8 & 4 & 5 & 1 & 3 \\ 3 & 3 & 8 & 5 & 7 \\ 8 & 1 & 9 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

Вариант 12

$$a_1=90, a_2=70, a_3=60,$$

$$b_1=10, b_2=60, b_3=50, b_4=30, b_5=70$$

$$C = \begin{pmatrix} 9 & 1 & 1 & 5 & 6 \\ 6 & 4 & 6 & 8 & 5 \\ 2 & 9 & 3 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

Вариант 13

$$a_1=60, a_2=40, a_3=70,$$

$$b_1=50, b_2=20, b_3=20, b_4=40, b_5=40$$

$$C = \begin{pmatrix} 9 & 8 & 3 & 5 & 2 \\ 7 & 7 & 8 & 5 & 6 \\ 4 & 2 & 8 & 8 & 8 \end{pmatrix}$$

Вариант 14

$$a_1=70, a_2=50, a_3=90,$$

$$b_1=60, b_2=20, b_3=10, b_4=60, b_5=60$$

$$C = \begin{pmatrix} 7 & 1 & 7 & 4 & 9 \\ 4 & 1 & 1 & 1 & 5 \\ 5 & 6 & 6 & 8 & 2 \end{pmatrix}$$

Вариант 15

$$a_1=60, a_2=70, a_3=90,$$

$$b_1=40, b_2=40, b_3=60, b_4=50, b_5=30$$

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 & 1 & 2 \\ 5 & 3 & 2 & 8 & 3 \\ 5 & 2 & 4 & 2 & 5 \end{pmatrix}$$

Вариант 16

$$a_1=80, a_2=60, a_3=110,$$

$$b_1=40, b_2=60, b_3=30, b_4=50, b_5=70$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 4 & 2 \\ 2 & 4 & 6 & 9 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

Вариант 17

$$a_1=70, a_2=40, a_3=80,$$

$$b_1=10, b_2=40, b_3=70, b_4=20, b_5=50$$

$$C = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 1 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 2 & 5 & 7 \\ 8 & 1 & 5 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

Вариант 18

$$a_1=60, a_2=70, a_3=80,$$

$$b_1=40, b_2=40, b_3=60, b_4=50, b_5=20$$

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 2 & 4 & 3 \\ 5 & 1 & 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Вариант 19

$$a_1=70, a_2=60, a_3=110,$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 & 3 & 2 \\ 2 & 4 & 6 & 7 & 2 \\ 3 & 1 & 3 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

$$b_1=40, b_2=60, b_3=30, b_4=50, b_5=60$$

Вариант 20

$$a_1=50, a_2=70, a_3=100,$$

$$C = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 4 & 9 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

$$b_1=60, b_2=40, b_3=50, b_4=55, b_5=15$$

Вариант 21

$$a_1=70, a_2=60, a_3=150,$$

$$C = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 & 4 & 5 \\ 6 & 4 & 5 & 9 & 5 \\ 3 & 1 & 6 & 5 & 9 \end{pmatrix}$$

$$b_1=80, b_2=50, b_3=50, b_4=60, b_5=40$$

Вариант 22

$$a_1=100, a_2=70, a_3=110,$$

$$C = \begin{pmatrix} 7 & 4 & 8 & 8 & 2 \\ 6 & 8 & 5 & 8 & 5 \\ 9 & 2 & 9 & 7 & 4 \end{pmatrix}$$

$$b_1=65, b_2=45, b_3=70, b_4=30, b_5=70$$

Вариант 23

$$a_1=60, a_2=140, a_3=90,$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 9 & 8 & 4 \\ 3 & 6 & 5 & 1 & 9 \end{pmatrix}$$

$$b_1=90, b_2=50, b_3=60, b_4=50, b_5=40$$

Вариант 24

$$a_1=80, a_2=60, a_3=150,$$

$$C = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 4 & 9 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

$$b_1=70, b_2=60, b_3=40, b_4=50, b_5=70$$

Вариант 25

$$a_1=50, a_2=80, a_3=70,$$

$$C = \begin{pmatrix} 9 & 5 & 1 & 1 & 9 \\ 7 & 1 & 4 & 9 & 4 \\ 5 & 3 & 4 & 9 & 9 \end{pmatrix}$$

$$b_1=50, b_2=45, b_3=35, b_4=30, b_5=40$$

Вариант 26

$$a_1=70, a_2=150, a_3=100,$$

$$C = \begin{pmatrix} 3 & 7 & 3 & 8 & 8 \\ 2 & 3 & 1 & 8 & 6 \\ 6 & 3 & 8 & 6 & 1 \end{pmatrix}$$

$$b_1=60, b_2=70, b_3=130, b_4=35, b_5=25$$

Вариант 27

$$a_1=150, a_2=120, a_3=110,$$

$$C = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 2 & 3 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 7 & 5 \\ 3 & 8 & 3 & 5 & 2 \end{pmatrix}$$

$$b_1=90, b_2=80, b_3=50, b_4=70, b_5=90$$

Вариант 28

$$a_1=160, a_2=170, a_3=100,$$

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 & 1 & 7 \\ 5 & 1 & 2 & 8 & 3 \\ 5 & 2 & 4 & 3 & 9 \end{pmatrix}$$

$$b_1=80, b_2=90, b_3=60, b_4=150, b_5=50$$

Вариант 29

$$a_1=80, a_2=80, a_3=60,$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 6 \\ 2 & 4 & 2 & 8 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

$$b_1=10, b_2=60, b_3=50, b_4=30, b_5=70$$

Вариант 30

$$a_1=110, a_2=120, a_3=80,$$

$$C = \begin{pmatrix} 3 & 7 & 3 & 8 & 8 \\ 2 & 3 & 1 & 8 & 6 \\ 6 & 3 & 8 & 6 & 1 \end{pmatrix}$$

$$b_1=50, b_2=90, b_3=80, b_4=70, b_5=20$$

Вариант 31

$$a_1=70, a_2=140, a_3=50,$$

$$b_1=25, b_2=45, b_3=70, b_4=60, b_5=60$$

$$C = \begin{pmatrix} 8 & 4 & 5 & 1 & 3 \\ 3 & 3 & 8 & 5 & 7 \\ 8 & 1 & 9 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

Вариант 32

$$a_1=90, a_2=75, a_3=150,$$

$$b_1=45, b_2=60, b_3=50, b_4=130, b_5=30$$

$$C = \begin{pmatrix} 9 & 1 & 1 & 5 & 6 \\ 6 & 4 & 6 & 8 & 5 \\ 2 & 9 & 3 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

Вариант 33

$$a_1=80, a_2=140, a_3=70,$$

$$b_1=50, b_2=90, b_3=50, b_4=40, b_5=60$$

$$C = \begin{pmatrix} 9 & 8 & 3 & 5 & 2 \\ 7 & 7 & 8 & 5 & 6 \\ 4 & 2 & 8 & 8 & 8 \end{pmatrix}$$

Вариант 34

$$a_1=80, a_2=150, a_3=60,$$

$$b_1=60, b_2=70, b_3=40, b_4=65, b_5=55$$

$$C = \begin{pmatrix} 7 & 1 & 7 & 4 & 9 \\ 4 & 1 & 1 & 1 & 5 \\ 5 & 6 & 6 & 8 & 2 \end{pmatrix}$$

Вариант 35

$$a_1=160, a_2=170, a_3=90,$$

$$b_1=80, b_2=70, b_3=60, b_4=110, b_5=100$$

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 & 1 & 2 \\ 5 & 3 & 2 & 8 & 3 \\ 5 & 2 & 4 & 2 & 5 \end{pmatrix}$$

Вариант 36

$$a_1=180, a_2=160, a_3=110,$$

$$b_1=90, b_2=60, b_3=100, b_4=95, b_5=105$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 4 & 2 \\ 2 & 4 & 6 & 9 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

Вариант 37

$$a_1=70, a_2=140, a_3=80,$$

$$C = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 1 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 2 & 5 & 7 \\ 8 & 1 & 5 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

$$b_1=60, b_2=35, b_3=75, b_4=55, b_5=65$$

Вариант 38

$$a_1=160, a_2=70, a_3=80,$$

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 2 & 4 & 3 \\ 5 & 1 & 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$b_1=60, b_2=80, b_3=95, b_4=50, b_5=25$$

Вариант 39

$$a_1=70, a_2=160, a_3=110,$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 & 3 & 2 \\ 2 & 4 & 6 & 7 & 2 \\ 3 & 1 & 3 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

$$b_1=80, b_2=120, b_3=30, b_4=50, b_5=60$$

Вариант 40

$$a_1=150, a_2=70, a_3=100,$$

$$C = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 4 & 9 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

$$b_1=60, b_2=95, b_3=50, b_4=55, b_5=90$$

Вариант 41

$$a_1=50, a_2=70, a_3=100,$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 5 & 7 & 3 \\ 3 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 6 & 5 & 1 & 9 \end{pmatrix}$$

$$b_1=60, b_2=40, b_3=50, b_4=55, b_5=15$$

Вариант 42

$$a_1=70, a_2=60, a_3=150,$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 8 & 1 & 7 \\ 5 & 2 & 2 & 8 & 3 \\ 5 & 2 & 4 & 3 & 9 \end{pmatrix}$$

$$b_1=80, b_2=50, b_3=50, b_4=60, b_5=40$$

Вариант 43

$$a_1=100, a_2=70, a_3=110,$$

$$b_1=65, b_2=45, b_3=70, b_4=30, b_5=70$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 1 & 1 & 9 \\ 1 & 2 & 6 & 9 & 4 \\ 5 & 3 & 3 & 4 & 9 \end{pmatrix}$$

Вариант 44

$$a_1=60, a_2=140, a_3=90,$$

$$b_1=90, b_2=50, b_3=60, b_4=50, b_5=40$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 6 & 5 & 7 & 6 \\ 2 & 1 & 5 & 8 & 1 \\ 3 & 1 & 3 & 5 & 9 \end{pmatrix}$$

Вариант 45

$$a_1=80, a_2=60, a_3=150,$$

$$b_1=70, b_2=60, b_3=40, b_4=50, b_5=70$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 3 & 3 & 2 \\ 2 & 3 & 1 & 4 & 6 \\ 6 & 3 & 2 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

Вариант 46

$$a_1=50, a_2=80, a_3=70,$$

$$b_1=50, b_2=45, b_3=35, b_4=30, b_5=40$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 7 & 9 & 3 \\ 3 & 2 & 8 & 4 & 7 \\ 1 & 1 & 9 & 3 & 5 \end{pmatrix}$$

Вариант 47

$$a_1=70, a_2=150, a_3=100,$$

$$b_1=60, b_2=70, b_3=130, b_4=35, b_5=25$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 & 6 \\ 6 & 2 & 6 & 8 & 5 \\ 2 & 3 & 3 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

Вариант 48

$$a_1=150, a_2=120, a_3=110,$$

$$b_1=90, b_2=80, b_3=50, b_4=70, b_5=90$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 & 2 \\ 7 & 1 & 8 & 6 & 6 \\ 4 & 2 & 1 & 4 & 8 \end{pmatrix}$$

Вариант 49

$$a_1=160, a_2=170, a_3=100,$$

$$b_1=80, b_2=90, b_3=60, b_4=150, b_5=50$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 1 & 5 \\ 5 & 6 & 1 & 8 & 2 \end{pmatrix}$$

Вариант 50

$$a_1=80, a_2=80, a_3=60,$$

$$b_1=10, b_2=60, b_3=50, b_4=30, b_5=70$$

$$C = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 & 4 & 5 \\ 6 & 4 & 5 & 9 & 5 \\ 3 & 1 & 6 & 5 & 9 \end{pmatrix}$$

Вопросы для самоконтроля по выполнению контрольной работы

1. Что называется транспортной задачей?
2. Что называется тарифом перевозки в транспортной задаче?
3. Какая транспортная задача называется закрытой?
4. Какая транспортная задача называется открытой?
5. В чем состоит процедура закрытия открытой транспортной задачи?
6. Что называется фиктивным поставщиком?
7. Что называется фиктивным потребителем?
8. Что называется потенциалом в транспортной задаче?
9. В чем состоит схема решения транспортной задачи с помощью метода потенциалов ?
10. Как строится первоначальный план перевозок с помощью метода северо-западного угла?
11. Как строится первоначальный план перевозок с помощью метода наименьшей стоимости?
12. Что называется циклом в транспортной таблице?
13. Какие клетки транспортной таблицы называются базисными?
14. Какие клетки транспортной таблицы называются свободными?
15. Какой план перевозок называется вырожденным?
16. Какой план называется ациклическим?
17. В чем состоит схема пополнения вырожденного плана перевозок?
18. В чем состоит критерий оптимальности плана при решении транспортной задачи методом потенциалов?